

På labratoriet kan forskere i dag lage selvlyse

SKAPERVE



ARTENES FRAMTID: Max Lycke og de andre studentene i Kristine Bonnevis hus på Blindern i Oslo gløder av entusiasme over kunstige celler. I høst skal de konkurrere i syntetisk

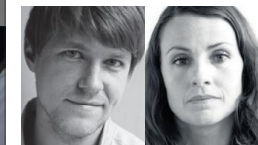
nde trær. Men vil det straffe seg å leke gud?

RKSTEDET



biologi ved anerkjente MIT i Boston i USA.

VIDUNDERLIG: Syntetisk biologi gir oss løsningen på klimakrisa, en kur mot kreft, plastetende bakterier og reiser til fremmede planeter. Med mindre den tar livet av menneskeheten først.



Lars U. Larsen Vegstein (tekst) og Linda Bournane Engelberth (foto)

DOKUMENT

Duften av lavendel kan kjennes helt inn på tunga. Det tok sin tid, men til slutt kom sommeren til urtehagen utenfor Kristine Bonnevis hus på Blindern. Mørkerøde roser, gule urteblomster og korsblom står og svulmer i sola. Gamle medisinsplanter, urter og duftvekster er sirlig plantet i små bed. Ved alle vekstene står små skilt: Stokkrose, johannesurt, ingefærmynte, kjempeknoppurt, estragon, solhatt, kinesisk tempeltre, engsalvie og tusen andre navn mennesker har funnet på.

«Forlokkende å se på og gode å spise av», heter det i fortellingen om Edens hage. Og menneskene i hagen forsyner seg av kunnskapens tre. Overalt sitter de, på trapper, benker og i gresset og leser om taksonomi, arvelære og cellebiologi.

En katt med tjukk pels lister seg gjennom buskene og legger seg ved fontenen som står midt i hagen. En meter over hodet hennes svirrer hundrevis av bier, som etter tur setter seg på kanten for å drikke. Scenen bekrefter løftet tusen o-faglærere har gitt oss: Kunnskap om livets fysiske betingelser gjør at alle kan leve bedre, enten vi er mennesker, bier, roser eller katter.

Fra klimagass til mat

Men studentene vi skal møte, sitter ikke i sola. Tvert imot har de tilbrakt hele sommeren på laboratoriet i tredje etasje i biologibygget. De er ikke opptatt av artenes opprinnelse, men av artenes framtid.

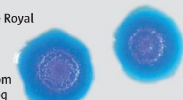
SYNTEISK BIOLOGI!

■ Britiske Royal Society definerer syntetisk biologi som «design og bygging av kunstige biologiske organismer, retninger og enheter eller redesign av eksisterende biologiske systemer».

■ I 2010 laget en gruppe amerikanske forskere under ledelse av Craig Venter den første syntetiske cellen.

■ Ebolavaksinen, som ble utviklet i 2014, ble laget ved hjelp av syntetisk biologi.

■ En rapport fra Future of Humanity Institute ved Universitetet i Oxford fra 2015 identifiserer syntetisk biologi som en av tolv eksistensielle trusler mot menneskeheten.



Lars U. Larsen Vegstein (tekst) og Linda Bournane Engelberth (foto)

DOKUMENT

Duften av lavendel kan kjennes helt inn på tunga. Det tok sin tid, men til slutt kom sommeren til urtehagen utenfor Kristine Bonnevis hus på Blindern. Mørkerøde roser, gule urteblomster og korsblom står og svulmer i sola. Gamle medisinsplanter, urter og duftvekster er sirlig plantet i små bed. Ved alle vekstene står små skilt: Stokkrose, johannesurt, ingefærmynte, kjempeknoppurt, estragon, solhatt, kinesisk tempeltre, engsalvie og tusen andre navn mennesker har funnet på.

«Forlokkende å se på og gode å spise av», heter det i fortellingen om Edens hage. Og menneskene i hagen forsyner seg av kunnskapens tre. Overalt sitter de, på trapper, benker og i gresset og leser om taksonomi, arvelære og cellebiologi.

En katt med tjukk pels lister seg gjennom buskene og legger seg ved fontenen som står midt i hagen. En meter over hodet hennes svirrer hundrevis av bier, som etter tur setter seg på kanten for å drikke. Scenen bekrefter løftet tusen o-faglærere har gitt oss: Kunnskap om livets fysiske betingelser gjør at alle kan leve bedre, enten vi er mennesker, bier, roser eller katter.

Fra klimagass til mat

Men studentene vi skal møte, sitter ikke i sola. Tvert imot har de tilbrakt hele sommeren på laboratoriet i tredje etasje i biologibygget. De er ikke opptatt av artenes opprinnelse, men av artenes framtid.

– Skru på lufta nå, kommanderer Max Lycke (25).

Molekylærbiologen sitter bøyd over et sammensurium av flasker, kolber, skilletrakter og plastslanger.

Vladimir Levtsjenko plusser en kabel inn i strømnettaket.

– Det ser ganske bra ut, egentlig, sier den ukrainske kjemikeren idet noen små bobler pipler gjennom kretsløpet.

Det er ikke lett å forstå hva det er som gjør at det ser bra ut, men de andre i gruppa nikker bifallende. Siden april har de holdt på. Målet er å lage et filter som omdanner metangass til sukker. Sagt på en annen måte: De vil forvandle en av våre viktigste drivhusgasser til næring for mennesker og dyr.

– Vi har bare to måneder igjen, så det er ikke sikkert vi blir helt ferdige, vedgår nederlandske Hanna Noordzij.

For å realisere prosjektet skal studentene programmere en bakterie som omdanner metan til metanol og så metanol til sukker.

I slutten av september reiser de til Boston og Massachusetts Institute of Technology, kjent som MIT. Der skal de delta på konkur-



DOKUMENT

Skaperverksted...

ransen International Genetically Engineered Machine (iGEM). For de ni studentene er turen for en pilegrimsferd å regne. Konkurransen mellom 280 studentlag vil avgjøre hvem som er best på naturvitenskapens kanskje mest pulserende felt, syntetisk biologi.

Den første syntetiske cella

På 1840-tallet klaget Karl Marx over at filosofene før ham kun hadde beskrevet og forfolket verden. Poenget, mente tyskeren, måtte være å forandre den. Godt og vel halvannet århundre seinere har Marx' tese blitt til en programerklæring i biologien. Syntetisk biologi nøyer seg ikke med å beskrive naturen. Den vil lage natur selv.

– Fortellingen om syntetisk biologi er fortellingen om at ingeniørene inntok livsvitenskapen, sier Rahmi Lale, som er forsker ved Institutt for bioteknologi ved NTNU i Trondheim.

Han forteller at grunnprinsippene bak syntetisk biologi på mange måter likner ideene som har drevet IT-revolusjonen framover.

– Hvis du har to PC-er med ulike operativsystemer, er det i dag lett å få dem til å snakke sammen. Du kan for eksempel bruke en USB-kabel som fungerer like bra på begge maskiner. Slik er det ikke i biologien. Vi har humanceller, gjærceller og planteceller, men du kan ikke koble dem sammen, sier han.

Det alle celler har til felles, er arvestoff (DNA og RNA), som overføres ved reproduksjon. Syntetisk biologi handler om å finne naturens USB-innganger, slik at funksjoner kan overføres mellom organismene.

Det er selvfølgelig ikke noe nytt at mennesker tukler med naturen. Siden begynnelsen av de første sivilisasjonene for ti tusen år siden har vi endret DNA-et til dyr og planter rundt oss. Utvelgelse og kultivering har gitt oss dyraser og plantearter som aldri ville oppstått naturlig. På 1970-tallet lærte forskere å isolere og endre genetisk informasjon på cellenivå. Det har utløst en serie revolusjoner innen landbruk, industri, havbruk og medisin.

Men der tradisjonell genteknologi nøyser seg med å plante inn gener i eksisterende organismer, går syntetisk biologi lenger. Målet er å designe og programmere organismer fra bunnen av.

– Er det mulig?

– Vi gjør det allerede, sier Lale.

2010 markerer år null i den syntetiske biologiens tidsregning.

Det var året da en gruppe amerikanske biokjemikere under ledelse av Craig Venter skapte bakteriekromosomet Synthia. Venter hadde siden 1990-årene vært sentral i arbeidet med å kartlegge hele det menneskelige arvestoffet.

Utgangspunktet for Synthia var nettopp den kartlagte DNA-sekvensen



TRO PÅ TRÆR: Professor i biovitenskap Paul Eivind Grini tror på å overføre den selvlysende funksjonen som finnes hos alger, morild og

sen til en naturlig bakterie – Mycoplasma mycoides. Forskerne leste inn hele DNA-koden på en datamaskin, hvorpå de endret deler av koden. Deretter overførte de det kunstige DNA-et til en bakteriecelle, som tok til seg arvestoffet som om det var dets eget. Forskerne hadde skapt historiens første syntetiske celler.

Et svar på kreftgåten

Studentene i laboratoriet på Kristine Bonnevis hus er ikke i tvil om at framskrittene med kunstige celler vil ha enorme konsekvenser.

– Syntetisk biologi har allerede forandret verden, sier Hanna Noordzij.

Hun viser til at verdens diabetikere i dag er helt avhengig av syntetisk insulin for å regulere blodsukkeret sitt.

Tidligere ble insulin framstilt fra bukspyttkjertlene til svin eller kveg. Siden 1980-årene har det imidlertid blitt framstilt av genetisk modifiserte gjærceller eller E. coli-bakterier som har fått innplantet det menneskelige insulin-genet.

– Det er jo egentlig en tidlig form for syntetisk biologi. Men nå kan vi bruke det på mange flere områder, sier hun.

Det gløder av studentene når de ramser de ulike måtene syntetisk biologi vil endre hvordan vi lever.

Særlig ett eksempel stikker seg ut: Carl June ved University of Pennsylvania har utviklet et spesialdesignet virus som får immunceller kalt T-celler til å identifisere og drepe kreftceller. Selv om prosjektet ennå er på forsøksstadiet, er resultatene så langt

svært lovende. Flere dødssyke leukemipasienter har blitt helt friske etter behandlingen.

Som om det å smitte pasienter med et virus for å gjøre dem friske ikke var rart nok: Viruset som brukes i behandlingen, er en form av hiv. Viruset er modifisert slik at det ikke lenger kan forårsake skade. Det eneste som er igjen, er virusets celledrepende funksjon.

Herfra er det bare fantasien som setter grenser. På iGEM-konkurransen neste måned skal Noordzij og de andre studentene konkurrere mot et dansk lag som har utviklet en spesiell rom-mose. Målet er at mosen skal lære til å identifisere og drepe kreftceller. Selv om prosjektet ennå er på forsøksstadiet, er resultatene så langt

svært lovende. Flere dødssyke leukemipasienter har blitt helt friske etter behandlingen.



maneter til andre arter – og få selvlysende trær.

bærbar peanøttsensor som forteller allergikere om maten de har foran seg er trygg.

Tidligere har studenter arbeidet med en bakterie som muliggjør blodoverføring mellom personer med ulik blodtype. Et annet prosjekt har gjort forsøk med å bruke et spesielt fargestoff fra planter som lysfanger i solcellepanel. Alle baserer seg på samme idé om å utvikle en levende organisme som bruker funksjoner fra andre skapninger.

Det overveldende flertallet av studentprosjektene vil aldri få noen industriell anvendelse. Men de har likevel betydning. iGEM-konkurransen baserer seg på det såkalte biobrikke-konseptet. Biobrikker er et forsøk på å lage ingeniørstandarden innen biologi

(les: USB-innganger). Like viktig er det at alt studentene utvikler, blir delt helt gratis. Et lite gjennombrudd, for eksempel en bakterie som bryter ned plast, kobles til et samleband av bakterier der sluttproduktet er ufarlig.

Frankensteins monster

Professor Paul Eivind Grini ved Institutt for biovitenskap ved Universitetet i Oslo mener vi står foran et gjennombrudd av tilsvarende dimensjoner som IT-revolusjonen.

– Jeg tror det er sannsynlig at vi vil få biologiske komponenter i maskiner om noen år, sier Grini.

Trusselen fra menneskeskapte bioboter kjemper vi fra Mary Shelleys «Frankenstein» og Philip K. Dicks «Do



SKÅR I GLEDEN: Sannsynligheten for at syntetisk biologi forårsaker armageddon er liten, men større enn atomkrig.

Androids Dream of Electric Sheep?». Grini innrømmer at spådommene hans høres ut som science fiction.

Men jeg tror faktisk på det. Jeg tror vi vil få selvlysende trær i områder hvor det er for kostbart med elektrisk gatebelysning. Dette er funksjoner vi finner hos både alger, morild og maneter, og det er fullt mulig å overføre dem til andre arter, sier han.

Bakteriekromosomet Synthia kan ikke brukes til noe. Likevel regnes den syntetiske cella og andre gjennombrudd innen syntetisk biologi

«DNA-sekvensen til spanskesyken er tilgjengelig, og det er teoretisk mulig å syntetisere viruset allerede nå»

RAHMI LALE, NTNU

som intet mindre enn små steg på veien mot naturvitenskapens hellige gral, å skape liv. Syntetisk biologi kan bli det største menneskeheten får til. Men det kan også bli det siste.

Det tror iallfall forskerne bak «Global Challenges: 12 Risks That Threaten Human Civilisation». Rapporten, som er et samarbeid mellom Future of Humanity Institute ved Universitetet i Oxford og Global Challenges Foundation i Stockholm, identifiserer syntetisk biologi som én av tolv eksistensielle trusler mot menneskeheten.

Biokrigføring, bioterrorisme og faren for lekkasje av sykdomsframkallende bakterier fra forskningslaboratorier listes opp som hovedbekymringer. «En av de mest ødeleggende konsekvensene fra syntetisk biologi ville være et spesialdesignet patogen rettet mot mennesker eller kritiske deler av økosystemet vårt», heter det i rapporten.

Sannsynligheten for at syntetisk biologi forårsaker armageddon anslås til beskjedne 0,01 prosent. Det høres ikke så skummelt ut. Likevel er det like sannsynlig som at sivilisasjonen dukker under på grunn av klimaendringer – og flere ganger så realistisk som at en atomkrig tar menneskeheten av dage.

– DNA-sekvensen til spanskesyken er tilgjengelig, og det er teoretisk mulig å syntetisere viruset allerede nå.

Du trenger bare en maskin som er kraftig nok til å lage hele viruset. Men det er ingen reell fare for at det skal skje, sier Rahmi Lale ved NTNU.

– Men det er en mulighet. Burde ikke det få oss til å slakke litt ned på tempoet i forskningen, slik at vi unngår å utvikle destruktive teknologier?

– Man kan ikke tenke sånn. Vi mennesker har allerede et enormt destruktivt potensial i dag. Til syvende og sist er vi avhengig av at enkeltmennesker, enten de er forskere eller andre, tar etisk gode valg, sier han.

Lale er imidlertid bekymret for den store interessen selskaper som Monsanto har vist for syntetisk biologi.

– De fleste som driver med syntetisk biologi i dag, driver med såkalt open science. Det vil si at vi ikke tar patenter, men deler resultatene våre med alle. Den kulturen trues av store selskaper som bare vil forske på dette hvis det betyr at de kan tjene enda mer penger, sier han.

Nærmere deg, natur

Stanford-universitetet i California har for lengst grunnlagt et eget bioteknologifakultet, og liknende institusjoner vokser fram på MIT og Princeton. På nettsidene til Universitetet i Oslo står det å lese at «Livsvitenskap er UIOs største satsingsområde noensinne». Alt sammen er basert på forventnin-

gen om at bioteknologi skal endre verden til det bedre.

Paul Eivind Grini står i hagen utenfor Kristine Bonnevis hus og gleder seg over utviklingen.

– Det er inspirerende å se hvordan studentene våre går løs på globale problemer, og klarer å lage gode løsnin-

ger, sier han.

– Det er veldig lett å anklage dere for å leke gud?

– Det høres slik ut. Men det å flytte gener mellom organismer er hverdagsarbeid til molekylærbiologer, og det har det vært i ganske mange år nå.

Biene surrer ennå mellom blomstene og fontene. Ingen vet helt hvorfor, men de holder på å dø ut. Om noen år er de kanskje borte. Da er selvlysende trær en fattig trøst.

– All teknologi har utilsiktede og uante konsekvenser. Jeg tror at åpenhetskulturen som preger syntetisk biologi, begrenser potensielle problemer, sier Grini.

– Men *fierner vi oss ikke for mye fra naturen?*

Han tenker seg om.

– Nei. I bunnen av syntetisk biologi ligger en erkjennelse om at vi bare kan bli flinkere hvis vi lærer av planter, dyr og økosystemer. Syntetisk biologi gjør at vi kan komme nærmere naturen.

larsv@klassekampen.no
lindae@klassekampen.no

«Jeg tror vi vil få selvlysen
er for kostbart med elek

de trær i områder hvor det
trisk gatebelysning»

PAUL EIVIND GRINI, PROFESSOR